

u-SilverCare 에서의 USN 미들웨어 기반 센서 데이터 마이닝

허병문*, 이준욱**, 채덕진*, 정재두**, 류근호*

*충북대학교 전자계산학과, **한국전자통신연구원, **육군본부

e-mail : {muni4344; khryu}@dblab.chungbuk.ac.kr; junux@etri.re.kr; djchai2520@hotmail.com; chungjaedu@hanmail.net

USN middleware based Sensor Datamining in u-SilverCare Service

Byeong-Mun Heo*, junux Lee**, Duc-Jin Chei*, Jae Du Chung**,
Keun-Ho Ryu*

Database Laboratory, Chung-Buk University
Electronics and Telecommunications Research Institute
R.O.K

요 약

기존의 u-HealthCare 서비스는 환자에 대해서 일정한 공간에서의 센서의 on/off 타입에 대한 모니터링/환자관리의 서비스를 제공하였다. 이러한 환경하에서의 주된 서비스는 현재 환자의 상태에 대한 수동적인 형태이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 센서 데이터에 대한 연속센서 데이터마이닝 기법을 이용한다. USN의 응용서비스인 u-SilverCare 서비스는 센서데이터로부터 생체정보 및 위치정보를 이용하여 환자/보호자/관련 의료진에게 필요한 정보를 제공한다. 이것은 환자에 대한 관리/모니터링뿐만 아니라 환자의 상태에 따른 센싱(sensing)된 데이터를 이용한 패턴(pattern), 예측(prediction), 이상치(outlier)를 분석함으로써 보다 나은 서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 센서 데이터에 대해 새로운 연속 센서데이터 마이닝 기법을 적용하여 질의를 통해 지식을 추출하고 보다 지능화된 서비스를 제공할 수 있는 응용서비스 기법을 제안한다.

1. 서론

최근의 정보 기술인 USN(Ubiquitous Sensor Network)은 모든 사물에 RFID 또는 센서를 부착하여 사물과 환경을 인식하고, 무선통신 장치를 접목해 통신 및 네트워크를 통해 실시간으로 정보를 획득, 통합, 처리, 활용하게 하는 네트워크 시스템이다. USN은 사람중심에서 사물중심으로 정보화의 영역을 확대하고 궁극적으로는 광대역망(BcN)과 통합함으로써 언제, 어디서, 누구에게나 정보를 제공하는 유비쿼터스 네트워크로의 발전에 목표를 두고 있다.

USN의 응용분야인 u-HealthCare는 정보통신과 보건의료를 연결하여 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후 관리의 보건의료 서비스의 제공에 목적을 두고 있다. u-HealthCare 서비스의 한 형태라 할 수 있는 u-SilverCare 서비스는 휴대용의 건강 측정센서와 실

버 타운 내의 센서 네트워크를 통해 실시간으로 고령자의 맥박, 운동량 등의 정보와 위치와 움직임 등을 확인 하여 건강 관리에 이용할 수 있는 정보를 추출한다. 이 정보를 이용하여 고령자의 건강관리 및 응급 상황에 대한 대처를 용이하게 할 수 있는 서비스를 제공한다.

현재 센서로부터 센싱 된 데이터를 기반으로 하는 응용 서비스는 상황 정보에 대한 이벤트를 감지하고, 서버나 현장 작업자에게 이벤트의 발생을 알림(Alert), 즉각적인 대응(Action)을 유도하는 이벤트 알림(Event Alerting) 서비스가 주를 이룬다. 그러나, 현재 이벤트 알림 서비스만으로는 해결하기 어려운 문제점이 발생하게 된다.[5][7]

예를 들어 현 실행중인 실버 타운 시스템에서 갑작스런 상황발생 즉, 고혈압환자가 식후에 갑자기 혈압이 올라가 거실에 쓰러졌다면 현 시스템의 모니터링은 그 순간에 알림을 하지 않고, 일정시간 이후에 알림을 할 것이다. 시간을 다투는 혈압증상으로 쓰러진

¹ 본 논문은 한국전자통신연구원(ETRI)과 충북대학교 데이터베이스 연구실에서 협약하여 프로젝트 연구를 진행중에 있다.

환자의 경우 관리자의 인지 후에 조치를 취하기란 이미 늦는 해결책이라 생각된다.

이에 대한 조치방안으로 상황발생 후 데이터에 대한 분석은 새로운 지식의 발견이 가능하다. 하지만 현 실행중인 실버타운 서비스에 기존의 데이터베이스에서 다루어졌던 데이터마이닝 기법을 이용한다는 것은 거의 불가능하다. 왜냐하면, 실시간으로 센서네트워크를 통해 전송되는 데이터는 무한하고 연속적인 특성을 가지기 때문이다. 그러므로 센서 네트워크라는 환경을 고려하여 연속적으로 전송되는 데이터에 대한 연속 센서 데이터마이닝 기법이 요구된다. 연속 센서 데이터마이닝은 다음과 같이 정의된다. 연속 센서 데이터마이닝은 센서데이터의 무한하고 연속적인 특성을 고려한 기법이다. 본 논문에서는 착용형 센서와 공간 센서의 멀티 데이터에 대해 연속 센서 데이터마이닝을 이용한 응용 서비스 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 2 장 관련연구에서 u-health의 시스템과 문제점을 야기하고 3 장에서 u-SilverCare 서비스를 위한 연속 센서 데이터 마이닝에 대해 기술하고, 4 장에서 센서 데이터 마이닝을 이용한 지능화된 u-SilverCare 서비스의 지식추출과 기법을 제안하고 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

현재 u-SilverCare 와 동일한 연구는 없으며, 국내 유사한 연구를 언급하면 다음과 같다.

인터넷을 통해 가정에서 혈압, 맥박, 체온, 심전도, 심폐기능, 소변분석, 혈당 등을 측정할 수 있는 의료 기기[삼성종합기술원], 생체계측기술을 활용한 24 시간 재택 건강검진에 대한 연구[서울의대 생체계측 신기술 연구센터(ABRC)], 초경량 휴대용 스트레스 측정기[아이엠바이오] 등의 많은 연구가 있으나 네트워크를 통한 헬스케어 시스템이거나 메디칼에서의 디바이스 정도의 분야가 나뉘어져 있다. 그나마 통합방식으로 실행중인 시스템인 실버타운은 일정한 지역에 감지센서와 위급시 휴대용 호출장치 출입센서를 이용한 실시간 모니터링만을 실행하고 있는 실정이다. [클라시온] 또한, 연속 센서 데이터 마이닝 기법의 연구 마찬가지로 동일 연구분야는 없지만 유사한 연구로는 스트림 데이터 마이닝 기법은 다루고 있지만, 연구분야와는 다른 성질의 데이터를 다루고 있다는 점에서는 상이함을 나타낸다.

현재 ETRI 에서 센서네트워크 통합을 통한 다양한 지능형 USN 응용서비스 개발을 지원하기 위한 미들웨어 개발이 진행 중이고, 앞으로 향후 2년 안에 더욱 지능화된 새로운 서비스가 제공될 것이다.

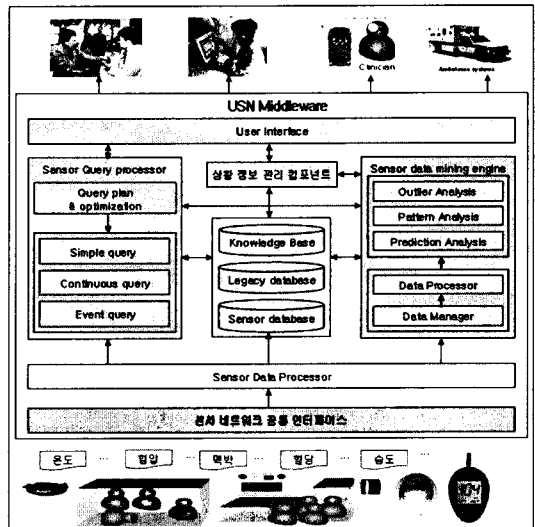
3. u-SilverCare 서비스를 위한 연속 센서 데이터마이닝

u-SilverCare 서비스는 센서로부터 실시간으로 센싱 되어 들어오는 데이터를 센서 데이터 마이닝을 이용하여 새로운 지식을 발견하고, 이를 응용하여 서비스 한다.

3.1 u-SilverCare 서비스 시나리오

본 논문에서는 반지, 손목시계, 가슴 띠, 혹은 의복에 내장 등의 형태에 따라 맥박, 체온, 혈압 등을 측정할 수 있는 착용센서와 공간상에 위치한 센서. 즉, 온도센서, 습도센서, 조도센서, 가스센서 등의 데이터를 측정하여 센서 데이터 마이닝을 적용하여 데이터 분석을 통한 서비스를 목적으로 한다.[6]

USN 미들웨어 플랫폼은 크게 기기종 다수 센서위에 위치하며 다음 그림 2는 u-SilverCare 에 대한 USN 미들웨어 플랫폼 아키텍처를 나타낸다.



(그림 1) USN 미들웨어 아키텍처

USN 미들웨어는 그림과 같이 센서 노드, 센서 네트워크 공통 인터페이스, 센서 데이터 처리기, 센서 질의 처리기, 데이터베이스, 센서 데이터 마이닝 엔진, 상황 정보관리 컴포넌트, User Interface 등으로 구성되어 있으며, 다수의 컴포넌트가 상호 연동되어 동작한다. 다수의 센서네트워크는 센서 네트워크 공통 인터페이스 컴포넌트와 연동되어 센싱 데이터를 미들웨어에 전달된다.

센서 데이터 마이닝 엔진은 센서네트워크로부터 연속적인 센싱데이터, 이벤트 데이터등을 기존의 센서 데이터베이스, Legacy 데이터베이스 및 기존의 추출된 지식 등을 연계하여 연속적으로 유용한 지식을 추출하여 서비스 및 타 컴포넌트(센서질의처리, 상황연동 관리)에 제공한다. 센싱 데이터에 대해 단계적으로 데이터관리, 데이터 처리 후 찾고자 하는 지식유형에 맞는 분석기법(이상치 분석, 패턴분석, 예측분석)을 적용하여 정보를 서비스한다.

상황정보관리 컴포넌트는 센서 네트워크로부터 수집한 센싱 데이터를 센서 데이터마이닝에서 분석하여 의미 있는 상황정보를 추출/저장/관리/검색한다.

센서 질의 처리는 연속적인 센싱 데이터, 이벤트 데이터, 센서 데이터 마이닝 엔진과 연계하여 센서 데이터베이스, Legacy 데이터베이스 또는 기존의 추출

된 지식에서의 질의 계획이나 최적화를 통하여 분석/질의를 처리/유저에게 지식 유형에 맞는 서비스를 제공한다.

아래 표는 환자/노약자에 대해 센서로부터 입력되어질 수 있는 데이터에 대하여 센서 데이터마이닝을 이용하였을 시의 센서 데이터 분석에 따라 가능한 서비스 유형에 대한 예제 정의이다.

| 분류 | 지식 유형의 예 |
|-------|---|
| 이상 패턴 | [지식1]혈당분포가 5%이하의 환자 |
| | [지식2]지난1주일간 혈당, 혈압, 체온의 이상징후가80%이상인 환자 |
| | [지식3]하루 동안 혈압의 변화가 가장 큰 환자는 |
| 변화 패턴 | [지식4]지난 1주일간 당뇨병 환자의 혈압패턴 |
| | [지식5]지난 1주일간 고혈압환자들의 온도, 습도 변화에 따른 혈압패턴 |
| 예측 패턴 | [지식6]지난 1주일 동안 이상패턴을 보인 환자들의 특성을 분류 |
| | [지식7]혈당, 체온, 맥박에 따른 환자의 상태분류 및 예측 |

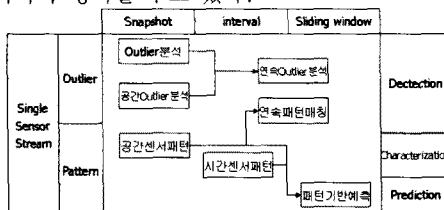
(표 1)서비스 유형

u-SilverCare 에서의 센서 데이터마이닝에 대한 모델 정의는 3.2에서 다루도록 하겠다.

3.2 센서 데이터 마이닝 정의

센서의 기술이 발달하기 전까지는 기존의 데이터 마이닝 기법은 이력, 정적인 데이터에서만 분석이 가능하였다. 이러한 특성은 동적이고 연속적인 데이터 즉, 센서로부터 실시간으로 입력된 데이터에 대해서는 그 적용이 불가능하다. 이에 대한 방안으로 센서를 고려한 데이터 마이닝 연구가 필요하게 되었는데 센서의 특성과 타입을 고려한 데이터 마이닝 기법을 센서 데이터 마이닝이라 한다.

센서 네트워크로부터 생성된 센서 데이터는 단일 센서 스트림(Single Sensor Stream)과 다중 값 스트림(Multi Value Stream)에 대한 마이닝으로 나눌 수 있으며 이러한 측면에서 센서 데이터 마이닝 기법은 크게 이상치 분석, 패턴 분석, 예측 분석과 상관성 분석으로 나눌 수 있다. 시간적인 측면에서의 센서 데이터마이닝 기법은 단일 센서 스트림에 대한 특정 시점으로 볼 수 있고, 데이터 분포에 대한 마이닝 측면에서 이상치 분석과 공간 이상치 분석 및 공간 센서 패턴에서 세분화 할 수 있다. 또한, 센서 데이터에 대한 구간 측면에서는 어떤 특정된 기간의 시간 센서 패턴과 슬라이딩 윈도우에 의한 데이터 마이닝으로서 연속 이상치 분석, 연속 패턴 매칭 및 패턴 기반 예측으로 분류함으로써 센서 데이터마이닝을 관점에 따라서 정의할 수도 있다.



(그림 3)센서데이터마이닝 기능의 특성 및 연관성

위 그림 3은 센서 데이터 마이닝 기법들의 특성과 핸들링에 대한 비중을 도식화 한 것이다.

센서 데이터 마이닝의 구체적인 기법은 4장 연속 센서 데이터 마이닝에서 다루도록 하겠다.

4. 연속 센서 데이터마이닝 기법

u-SilverCare 에서의 서비스가 가능한 유형으로는 크게 이상치 분석, 패턴 분석, 예측 분석 3가지로 나눈다. 이 장에서는 각각의 구체적인 마이닝 개념과 요구 사항들을 정의하고 서비스 가능한 지식 유형들을 예로 정의하고 설명한다.

4.1 센서 데이터 이상치 분석

이상치 분석은 특정 시점의 센서 네트워크로부터 수집된 센서 데이터에 대하여 예상되지 않은 잘못된 센서 값에 대한 검출(detection)을 시점을 이용. 사용자는 센서데이터베이스에 기록된 특정 시점의 특정 센서데이터에 대해 명시하거나 향후의 센싱 될 특정 시점을 명시하고 예상되는 정상 값의 범위를 제시하면 abnormal 한 값이 검출되어 전달된다.[1,2][8,9]

4.1.1 공간 이상치 분석

공간 이상치는 이웃과 일치하지 않는 것으로 보이는 관찰로써 비공간 속성값이 이웃의 값으로부터 상당히 다른 공간적으로 참조된 객체를 뜻한다. 공간속성의 적용을 우선시하는 공간 우선 이상치 분석과 센서 데이터 공간 이상치 분석으로 구분, 인식함으로써 예상치 못한, 흥미 있는 유용한 공간 패턴의 발견으로 이어질 수 있다.[4]

[지식 2]지난 1주일간 혈압, 혈당, 체온의 이상징후가 80%이상인 환자를 알려달라.

스트레스가 지속되면 처음에는 체온 및 혈압 저하, 저혈당, 등의 쇼크가 나타나는데, 신체는 이를 정상적으로 돌리기 위해 혈압상승, 체온상승, 고혈당 등의 반응을 보여 스트레스에 대항한다. 이러한 신체반응은 혈압이나 혈당 이상 등의 병을 가진 환자에게는 위험한 증상이 될 수 있다. 따라서 이상 징후를 사전에 파악하여 위험한 상황에 대비할 수 있다.

4.1.2 연속 이상치 분석

연속 이상치 분석은 특정 시간 간격동안 또는 특정 시점까지 규정된 시간윈도우(time-window)만큼의 연속적인 시간 윈도우(sliding time-window)동안 센서 네트워크로부터 수집된 센서 데이터에 대하여 이상치 또는 공간 이상치에 대한 연속적인 검출시 유용한 기법이다.

4.2 센서 데이터 패턴 분석

패턴은 시점과 구간을 이용하여 데이터에 대한 추세, 반복에 대한 패턴을 분석하며, 시간 센서 패턴과 공간 센서 패턴으로 구분한다.

4.2.1 시간 패턴 분석

시간 센서 패턴은 특정 시간 간격동안 센서 네트워크로부터 수집된 센서 데이터에 대하여 센서 데이터에 대한 추세 및 반복 등의 패턴을 탐색을 뜻한다. 추세에 대한 패턴은 센서데이터에 대한 일반화 및 요약(generalization & summarization)을 통한 설명(description)이라 정의한다.

[지식 4] 지난 1주일간 당뇨병 환자의 혈압 패턴을 알려 달라.

당뇨병환자는 면역력이 부족하므로 혈압이 높다는 이유는 여러 가지 요소가 있겠지만, 결과적으로는 합병증세의 원인이라 할 때 지식을 유추 할 수 있다.

4.2.2 공간 센서 패턴 분석

공간 센서 패턴은 특정 시점의 센서 네트워크로부터 수집된 센서 데이터와 해당 센서의 공간 속성을 함께 고려하여 패턴을 분석하는 것이다. 공간 패턴은 주로 위치속성을 이용하여 그 이웃와의 유사성/군집성/지역성을 나타낸다.

4.3 센서 데이터 예측 분석

예측(prediction)은 센서데이터베이스에서의 이력 데이터를 분석하여 앞으로의 예측을 가능하게 한다. 연속 패턴 매칭(Continuous Pattern -Matching)과 패턴 기반 예측(Pattern Based -Prediction)등이 이에 속한다.

4.3.1 연속 패턴 매칭

연속 패턴 매칭은 사전에 탐사된 시간 패턴을 이용하여 특정 시간 간격 동안 또는 특정시점까지 규정된 시간 윈도우 만큼의 연속적인 시간 윈도우 동안 센서 네트워크로부터 수집된 센서 데이터에 대하여 유사 패턴을 보이는 센서에 대한 연속적인 검출이 가능하다.

[지식 6] 지난 1주일간 이상패턴을 보인 환자들의 특성을 분류하라.

특정 기간 동안 측정된 데이터의 패턴을 분석하여 이상패턴을 보인 환자들이 어떤 병을 가지고 있었는지를 분류한다. 만약, 그런 환자들이 온도나 습도와 같은 주위의 환경 변화에 민감한 반응을 보였다면, 유사한 환경에서의 위험한 상황이 초래되는 것을 미연에 방지할 수 있다.

4.3.2 패턴 기반 예측

패턴 기반 예측은 사전에 탐사된 시간 패턴을 이용하여 특정 시점까지 규정된 시간 윈도우 만큼의 연속적인 시간 윈도우 동안 유사 패턴을 보이는 센서 네트워크로부터 수집된 센서 데이터에 대한 예측질의(prediction query)처리이다. 예측 질의는 특정 시점의 예측값, 특정 값을 보이는 시점을 찾아내는 과정이다.

[지식 7] 혈당, 체온, 맥박에 따른 환자의 상태 분류 및 예측하라.

혈당이나 혈압의 이상과 관련된 환자들은 무리를 주지 않는 범위 내에서 주기적인 운동을 통하여 그 기능을 향상시킬 수 있다. 따라서 환자의 일상 생활

에서 측정된 데이터가 평소와는 다른 변화를 보인다고 해서 반드시 그것이 이상징후라고 볼 수는 없다. 그러므로, Training data로부터 운동 후, 이상징후, 또는 평상시를 분류할 수 있는 classifier를 생성하여, 실제로 측정된 데이터에서의 변화가 실제로 이상징후를 나타내는지 또는 단순하게 운동 후의 변화를 나타내는지를 예측할 필요가 있다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

이와 같이 기존의 관리/모니터링서비스에서의 앞에서 언급한 시나리오에 대해 적용한 기법들은 사용자에게 지능화 된 서비스를 제공할 것이다.

기존에 관련연구에서 센서데이터를 이용한 기존의 데이터마이닝 기법은 전무한 형편이라 연구에 많은 애로사항이 있었지만, 앞으로의 USN 응용서비스로서 센서데이터에 대한 연구는 점차 늘어날 것이다.

이 논문에서는 USN의 응용분야인 u-SilverCare에서의 전반적인 시나리오에서의 응용기법을 제시하였지만, 앞으로 센서 데이터마이닝을 이용한 서비스 모델링이나 센서로부터 센싱(sensing)된 데이터 또는 센서 데이터베이스에서의 데이터에 대한 구체적인 데이터마이닝 기법과 현재 USN 미들웨어 개발과 연계하여 연속 센서 데이터마이닝 기법을 개발중이므로 앞으로의 센서의 발달을 통한 연속 센서 데이터마이닝의 확장으로 큰 발전을 이룰 것이다.

참고문헌

- [1] V. Barnett and T. Lewis, "Outliers in Statistical Data," John Wiley, New York, 3rd edition, 1994.
- [2] D. Hawkins, *Identification of Outliers*, Chapman and Hall, 1980.
- [3] W. Xue, B. He, H. Wu, and Q. Luo, "The HKUST Frog - A Case Study of Sensory Data Analysis," NPC 2004, LNCS 3222, pp.551-558, 2004.
- [4] C.T. Lu, D. Chen, Y. Kou, "Algorithms for Spatial Outlier Detection," Proceedings of 3rd International Conference on Data Mining, Melbourne, Florida, pp. 597-600, Nov. 19-22, 2003.
- [5] 이종호, 이우일 "2030년 미래한국에서는 어떤 일이?" 김영사
- [6] 손미숙 "u-Health 서비스 지원을 위한 웨어러블 시스템", 전자통신동향분석 21권 3호 2006.
- [7] 김희찬 "u-HealthCare 와 센서", 전자공학회지 2005.
- [8] V. Barnett and T. Lewis, "Outliers in Statistical Data," John Wiley, New York, 3rd edition, 1994.